

## Method and device for varying the supply pressure applied to a high pressure pump and generated by a low pressure pump

**Patent number:** DE19951410  
**Publication date:** 2001-05-10  
**Inventor:** JOOS KLAUS (DE); WOLBER JENS (DE); FRENZ THOMAS (DE); BOCHUM HANSJOERG (DE); AMLER MARKUS (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F02M37/20; F02M37/04  
- **european:** F02D41/14B; F02D41/30D  
**Application number:** DE19991051410 19991026  
**Priority number(s):** DE19991051410 19991026

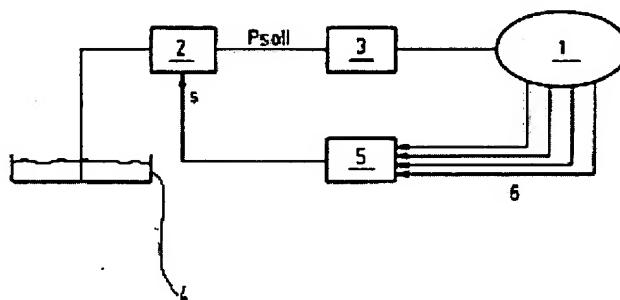
### Also published as:

-  WO0131184 (A1)
-  EP1228304 (A1)
-  US6708671 (B1)
-  EP1228304 (B1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19951410

The invention relates to a method and a device for varying a supply pressure ( $p_{soll}$ ) applied to a high pressure pump (3) and generated by a low pressure pump (2), whereby said low pressure pump (2) and said high pressure pump (3) supply fuel to an internal combustion engine (1). In the inventive method the following steps are disclosed: determination of the current temperature ( $T_{Krst}$ ) of the fuel in the high pressure pump (3); calculating the lowest possible supply pressure ( $p_{soll}$ ), depending upon the fuel temperature ( $T_{Krst}$ ), that would reliably avoid any fuel vaporisation in the high pressure pump (3); controlling or regulating the low pressure pump (2) in such a way as to maintain the calculated supply pressure ( $p_{soll}$ ); whereby the supply pressure ( $p_{soll}$ ) is kept as low as possible to relieve the low pressure pump (2) and the supply pressure is kept high enough to reliably avoid vaporisation of fuel in the high pressure pump (3). The method is preferably carried out using physical models of the high pressure pump (3).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

This Page Blank (uspto)



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 199 51 410 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
F 02 M 37/20  
F 02 M 37/04

DE 199 51 410 A 1

⑯ Aktenzeichen: 199 51 410.0  
⑯ Anmeldetag: 26. 10. 1999  
⑯ Offenlegungstag: 10. 5. 2001

⑯ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE  
⑯ Vertreter:  
Dreiss, Fuhlendorf, Steinle & Becker, 70188 Stuttgart

⑯ Erfinder:  
Joos, Klaus, 74399 Walheim, DE; Wolber, Jens, 70839 Gerlingen, DE; Frenz, Thomas, Dr., 86720 Nördlingen, DE; Bochum, Hansjoerg, Dr., 70771 Leinfelden-Echterdingen, DE; Amler, Markus, 71229 Leonberg, DE

⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 44 29 271 C2  
DE 197 56 087 A1  
DE 196 31 167 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

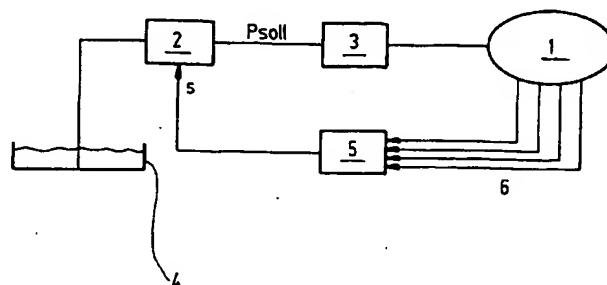
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Variation eines von einer Niederdruckpumpe erzeugten und an einer Hochdruckpumpe anliegenden Vordrucks

⑯ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Variation eines von einer Niederdruckpumpe (2) erzeugten und an einer Hochdruckpumpe (3) anliegenden Vordrucks ( $p_{soll}$ ), wobei die Niederdruckpumpe (2) und die Hochdruckpumpe (3) Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine (1) fördern. Um den Vordruck ( $p_{soll}$ ) einerseits möglichst niedrig zu halten, um die Niederdruckpumpe (2) zu entlasten, und um andererseits den Vordruck ( $p_{soll}$ ) so hoch einzustellen, dass ein Verdampfen des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe (3) mit Sicherheit vermieden wird, schlägt die Erfindung vor, dass

- die aktuelle Temperatur ( $T_{Krst}$ ) eines Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe (3) ermittelt wird;
- in Abhängigkeit der Kraftstofftemperatur ( $T_{Krst}$ ) ein möglichst kleiner Vordruck ( $p_{soll}$ ) ermittelt wird, bei dem ein Verdampfen des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe (3) sicher vermieden wird; und
- die Niederdruckpumpe (2) derart angesteuert bzw. geregelt wird, dass sie den ermittelten Vordruck ( $p_{soll}$ ) erzeugt.

Das Verfahren wird vorzugsweise anhand physikalischer Modelle der Hochdruckpumpe (3) ausgeführt.



DE 199 51 410 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Variation eines von einer Niederdruckpumpe erzeugten und an einer Hochdruckpumpe anliegenden Vordrucks, wobei die Niederdruckpumpe und die Hochdruckpumpe Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine fördern.

Insbesondere bei modernen, direkteinspritzenden Brennkraftmaschinen werden zur Versorgung der Brennkraftmaschinen mit Kraftstoff Pumpenanordnungen eingesetzt, die aus einer Niederdruckpumpe, der sogenannten Vorförderpumpe, und einer Hochdruckpumpe, der sogenannten Hauptförderpumpe, bestehen. Die Niederdruckpumpe kann bedarfsgeregt ausgeführt sein und fördert dann stets so viel Kraftstoff, wie von der Hochdruckpumpe gerade benötigt wird.

In bestimmten Betriebspunkten der Brennkraftmaschine kann es zu einem Verdampfen von Kraftstoff in der Hochdruckpumpe kommen. Die Dampfbildung in der Hochdruckpumpe wird durch hohe Temperaturen in der Hochdruckpumpe und durch einen geringen Vordruck begünstigt, mit dem der Kraftstoff an der Hochdruckpumpe anliegt. Bei einer Dampfbildung in der Hochdruckpumpe kann in dieser kein Hochdruck mehr erzeugt werden, und die Brennkraftmaschine wird nur unzureichend mit Kraftstoff versorgt, was negative Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit der Brennkraftmaschine hat.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, zur Vermeidung von Dampfbildung in der Hochdruckpumpe eine Erhöhung des Vordrucks vorzunehmen, mit dem der Kraftstoff an der Hochdruckpumpe anliegt. Beim Einsatz einer bedarfsgeregelten Niederdruckpumpe ist der Sollwert des Kraftstoffvordrucks variabel und kann so hoch gewählt werden, dass in der Hochdruckpumpe auf jeden Fall keine Dampfbildung auftritt. Mit steigendem Vordruck sinkt allerdings die Förderleistung der Niederdruckpumpe um ca. 20 Liter pro Stunde je 1 bar Druckerhöhung. In bestimmten Betriebspunkten der Brennkraftmaschine, bspw. im Vollastbetrieb, wenn die Brennkraftmaschine einen hohen Bedarf an Kraftstoff hat und gleichzeitig der Kraftstoff an der Hochdruckpumpe mit einem hohen Vordruck anliegt, wird die Niederdruckpumpe sehr stark belastet und kann unter Umständen sogar an ihre Fördergrenze stoßen, was wiederum negative Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit der Brennkraftmaschine hat.

Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei einer Brennkraftmaschine, die aus einer Kombination von Niederdruckpumpe und Hochdruckpumpe mit Kraftstoff versorgt wird, einerseits eine Dampfbildung in der Hochdruckpumpe sicher zu verhindern und andererseits die Funktionsfähigkeit der Brennkraftmaschine, insbesondere deren Versorgung mit Kraftstoff, in sämtlichen Betriebspunkten sicherzustellen.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ausgehend von dem Verfahren der eingangs genannten Art vor, dass

- die aktuelle Temperatur des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe ermittelt wird;
- in Abhängigkeit der Kraftstofftemperatur ein möglichst kleiner Vordruck ermittelt wird, bei dem ein Verdampfen des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe sicher vermieden wird; und
- die Niederdruckpumpe derart angesteuert bzw. geregelt wird, dass sie den ermittelten Vordruck erzeugt.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird also der Vordruck in Abhängigkeit der aktuellen Temperatur des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe gesteuert bzw. geregelt. Das

5 hat den Vorteil, dass eine Dampfbildung in der Hochdruckpumpe auf jeden Fall sicher vermieden wird. Der Vordruck wird in Abhängigkeit der ermittelten Kraftstofftemperatur jeweils nur so hoch gewählt, dass ein Verdampfen des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe sicher vermieden wird. Das  
10 hat den Vorteil, dass der Vordruck in keinem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine, bspw. aus Sicherheitsgründen oder aus anderen Überlegungen heraus, einen zu hohen Wert hat und die Niederdruckpumpe dadurch unnötig belastet wird. Das führt zu einer längeren Lebensdauer der Niederdruckpumpe. Außerdem benötigt eine Niederdruckpumpe bei abgesenktem Vordruck weniger Energie. Eine als elektrische Kraftstoffpumpe (EKP) ausgebildete Niederdruckpumpe hat eine geringere Leistungsaufnahme. Schließlich ergeben sich durch den abgesenkten Vordruck eine verringerte Tankaufheizung und geringe Permeationsverluste.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Kraftstofftemperatur anhand eines physikalischen Modells der Hochdruckpumpe in Abhängigkeit von der Temperatur der Hochdruckpumpe und bestimmter Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine abgeschätzt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der aktuelle Durchsatz an Kraftstoff in der Brennkraftmaschine ermittelt und  
30 die Kraftstofftemperatur in der Hochdruckpumpe unter Berücksichtigung des Kraftstoffdurchsatzes ermittelt wird. Je mehr Kraftstoff die Brennkraftmaschine aus dem Hochdruckkreislauf entnimmt, desto mehr kühler Kraftstoff aus dem Tank kann dem Hochdruckkreislauf über die Niederdruckpumpe zugeführt werden. Der zugeführte kühle Kraftstoff bewirkt eine Erniedrigung der Kraftstofftemperatur in der Hochdruckpumpe und wirkt somit einer Dampfbildung in der Hochdruckpumpe entgegen. Demgemäß kann bei einem hohen Durchsatz an Kraftstoff in der Brennkraftmaschine der Vordruck, mit dem der Kraftstoff an der Hochdruckpumpe anliegt, entsprechend erniedrigt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Temperatur der Hochdruckpumpe anhand eines physikalischen Modells der Hochdruckpumpe in Abhängigkeit bestimmter Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine abgeschätzt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Vordruck anhand einer Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie ermittelt  
50 wird, der ein der Kraftstofftemperatur zugehöriger Wert des Vordrucks entnommen wird, zu dem ein Sicherheitsreserve-Druck addiert wird. Die Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie ist eine Funktion des Vordrucks in Abhängigkeit von der Kraftstofftemperatur in der Hochdruckpumpe. Der Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie kann für eine bestimmte Kraftstofftemperatur der zugehörige Wert des Vordrucks entnommen werden, der herrschen muß, damit der Kraftstoff gerade nicht mehr verdampft. Die Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie ist abhängig von der Kraftstoffart. So verdampft bspw.  
55 frisch getankter Winterkraftstoff bereits bei niedrigeren Temperaturen als entsprechender Sommerkraftstoff. Dadurch soll eine ordnungsgemäße Verbrennung des Kraftstoffs auch bei extrem kaltem Winterwetter gewährleistet werden. Dementsprechend verläuft die Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie von Winterkraftstoff oberhalb der entsprechenden Kennlinie von Sommerkraftstoff. Zu dem aus der Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie entnommenen Wert des Vordrucks wird ein Sicherheitsreserve-Druck addiert, der so

gewählt ist, dass ein Verdampfen des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe sicher vermieden wird.

Alternativ wird gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass der Vordruck anhand eines physikalischen Modells der Hochdruckpumpe in Abhängigkeit bestimmter Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine abgeschätzt wird. Als Zustandsgrößen werden vorteilhafterweise dieselben Zustandsgrößen wie zur modellbasierten Abschätzung der Kraftstofftemperatur herangezogen.

Als Zustandsgrößen werden vorteilhafterweise insbesondere die Temperatur der Brennkraftmaschine, der Ansaugluft und/oder der Umgebungstemperatur, das Integral des Kraftstoffdurchsatzes und/oder des Luftdurchsatzes, die Förderleistung, die Verlustleistung und/oder der Wirkungsgrad der Hochdruckpumpe, die Drehzahl der Hochdruckpumpe bzw. der Brennkraftmaschine, das Kraftstoff-/Luftverhältnis lambda und/oder die Ansteuerung eines Mengen- bzw. Drucksteuerventils herangezogen. Die Kraftstofftemperatur muss also nicht gesondert gemessen werden, sondern kann anhand bestimmter Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine, die in der Regel sowieso erfasst werden und zur Verfügung stehen, abgeschätzt werden.

Vorteilhafterweise werden die Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von der Art der Brennkraftmaschine und von dem Betriebspunkt gewichtet. So kann es bspw. unmittelbar nach dem Start der Brennkraftmaschine notwendig sein, die Zustandsgrößen derart zu gewichten, dass bei der modellierten Kraftstofftemperatur der Tatsache Rechnung getragen wird, dass der Kraftstoff in der Hochdruckpumpe unmittelbar nach dem Start der Brennkraftmaschine unabhängig von den Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine eine relativ niedrige Temperatur hat und dass diese mit zunehmender Betriebsdauer der Brennkraftmaschine langsam ansteigt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie für einen worst-case-Fall ermittelt und abgespeichert wird. Ein worst-case-Fall liegt bspw. für frisch getankten Winterkraftstoff vor. Die Dampfdruckkurve von Winterkraftstoff erfordert verhältnismäßig hohe Vordrücke. Hinzu kommt eine Sicherheitsreserve, damit auch im worst-case-Fall ein Verdampfen des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe sicher vermieden wird. Liegt Kraftstoff mit niedriger Flüchtigkeit vor (z. B. Sommerkraftstoff oder Altkraftstoff), wären bei gleichen Temperaturen niedrigere Vordrücke möglich als im worst-case-Fall. Der Abstand der worst-case-Kennlinie plus Sicherheitsreserve von der tatsächlichen Dampfdruckkurve des vorliegenden Kraftstoffs ist in diesem Fall unnötig groß.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird daher vorgeschlagen, dass die Art des getankten Kraftstoffs erkannt wird und die gespeicherte Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie an die Art des getankten Kraftstoffs adaptiert wird. Zur Erkennung der Art des getankten Kraftstoffs wird eine Betankungserkennung eingesetzt, die bspw. Sommerkraftstoff von Winterkraftstoff oder Frischkraftstoff von Altkraftstoff unterscheiden kann.

Durch die Adaption kann die gespeicherte Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie an die tatsächliche Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie angepasst sowie der Sicherheitsreservendruck reduziert werden.

Als weitere Lösung der vorliegenden Aufgabe schlägt die Erfindung außerdem eine Vorrichtung der eingangs genannten Art vor, die Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 aufweist. Die erfindungsgemäßige Vorrichtung kann als eigenständige Steuerungseinheit ausgebildet oder in ein übergeordnetes Steuer-

gerät der Brennkraftmaschine integriert sein.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung fördert die Hochdruckpumpe Kraftstoff für eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine. Insbesondere bei derartigen Brennkraftmaschinen konnte es bisher in bestimmten Betriebspunkten zu einer Dampfbildung in der Hochdruckpumpe kommen, was nunmehr mit der vorliegenden Erfindung wirksam verhindert wird.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Niederdruckpumpe als eine elektrische Kraftstoffpumpe (EKP) ausgebildet ist. Wenn gemäß der vorliegenden Erfindung der Vordruck, mit dem der Kraftstoff an der Hochdruckpumpe anliegt, bei bestimmten Betriebspunkten der Brennkraftmaschine reduziert werden kann, hat eine als elektrische Kraftstoffpumpe ausgebildete Niederdruckpumpe den Vorteil, dass sie eine geringere Leistungsaufnahme aufweist, d. h. weniger Strom verbraucht.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine, die aus einer Kombination von Niederdruckpumpe und Hochdruckpumpe mit Kraftstoff versorgt wird; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer bevorzugten Ausführungsform.

In Fig. 1 ist eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine symbolisch dargestellt und mit dem Bezeichnungszeichen 1 gekennzeichnet. Die Brennkraftmaschine 1 wird durch eine Kombination aus Niederdruckpumpe 2 und Hochdruckpumpe 3 mit Kraftstoff aus einem Kraftstofftank 4 versorgt. Die Niederdruckpumpe 2 ist als eine elektrische Kraftstoffpumpe (EKP) ausgebildet. Die Niederdruckpumpe 2 fördert den Kraftstoff aus dem Kraftstofftank 4 bedarfsgeregt zu der Hochdruckpumpe 3. Der von der Niederdruckpumpe 2 geförderte Kraftstoff liegt mit einem Vordruck  $p_{\text{soll}}$  an der Hochdruckpumpe 3 an. Die Hochdruckpumpe 3 ist als eine Kolbenpumpe ausgebildet.

Während des Betriebs der Brennkraftmaschinen 1 wird diese durch die Niederdruckpumpe 2 und die Hochdruckpumpe 3 mit Kraftstoff versorgt. Dabei können insbesondere in der Hochdruckpumpe 3 sehr hohe Betriebstemperaturen auftreten, die zu einem Verdampfen des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe 3 führen können. Um dem Vorzubeugen, wird der Vordruck  $p_{\text{soll}}$ , mit dem der Kraftstoff an der Hochdruckpumpe 3 anliegt, auf einen Wert gesteuert bzw. geregelt, der einerseits möglichst klein ist, um die Niederdruckpumpe 2 nicht unnötig zu belasten, und bei dem andererseits ein Verdampfen des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe 3 sicher vermieden wird. Die Steuerung bzw. Regelung des Vordrucks  $p_{\text{soll}}$  erfolgt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren, das nachfolgend anhand der Fig. 2 näher erläutert wird.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein Steuergerät 5 vorgesehen, das als eigenständige Steuerseinheit ausgebildet oder Teil eines übergeordneten Steuergeräts zur Steuerung der Brennkraftmaschine 1 sein kann. Während des Betriebs der Brennkraftmaschine 1 werden Zustandsgrößen 6 der Brennkraftmaschine 1 erfasst. Als Zustandsgrößen 6 können bspw. die Temperatur der Brennkraftmaschine 1, der Ansaugluft und/oder der Umgebung, das Integral des Kraftstoffdurchsatzes und/oder des Luftdurchsatzes, die Förderleistung, die Verlustleistung und/oder der Wirkungsgrad der Hochdruckpumpe 3, die Drehzahl der Hochdruckpumpe 3 bzw. der Brennkraftmaschine 1, das Kraftstoff-/Luftverhältnis lambda und/oder die Ansteuerung eines Mengen- bzw. Drucksteuerventils herange-

zogen werden.

Die Zustandsgrößen 6 werden dem Steuergerät 5 zugeführt, wo sie zum Abschätzen der Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 3 und zum Abschätzen der Kraftstofftemperatur  $T_{Krst}$  anhand von physikalischen Modellen der Hochdruckpumpe 3 benutzt werden. Das physikalische Modell der Hochdruckpumpe 3 zum Abschätzen der Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 3 ist in einem Funktionsblock 7 des Steuergeräts 5 enthalten. Das physikalische Modell der Hochdruckpumpe 3 zum Abschätzen der Kraftstofftemperatur  $T_{Krst}$  ist in einem Funktionsblock 8 des Steuergeräts 5 enthalten. Die Kraftstofftemperatur  $T_{Krst}$  kann anhand derselben Zustandsgrößen 6 berechnet werden, die auch zum Abschätzen der Temperatur  $T_{HDP}$  der Hochdruckpumpe 3 herangezogen werden, und/oder anhand anderer Zustandsgrößen 6. Insbesondere wird der aktuelle Durchsatz  $r_{akt}$  an Kraftstoff in der Brennkraftmaschine 1 ermittelt und die Kraftstofftemperatur  $T_{Krst}$  in der Hochdruckpumpe 3 unter Berücksichtigung des Kraftstoffdurchsatzes  $r_{akt}$  ermittelt.

In einem Funktionsblock 9 des Steuergeräts 5 ist eine Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie  $p(T)$  abgelegt. Die Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie  $p(T)$  gibt an, ab welchem Vordruck  $p$  der Kraftstoff in der Hochdruckpumpe 3 bei einer bestimmten Temperatur  $T$  des Kraftstoffs von dem dampfförmigen in den flüssigen Zustand übergeht. In dem Bereich 11 unterhalb der Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie  $p(T)$  verdampft der Kraftstoff in der Hochdruckpumpe 3. In dem Bereich 12 oberhalb der Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie  $p(T)$  ist der Kraftstoff in der Hochdruckpumpe 3 dagegen flüssig.

Dem Funktionsblock 9 wird die modellierte Kraftstofftemperatur  $T_{Krst}$  zugeführt. Der Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie  $p(T)$  wird ein der Kraftstofftemperatur  $T_{Krst}$  zugehöriger Wert des Vordrucks  $p_{dd}$  entnommen, zu dem ein Sicherheitsreserve-Druck  $\delta_p$  addiert wird. Die Summe 35 des aus der Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie  $p(T)$  entnommenen Vordrucks  $p_{dd}$  und des Sicherheitsreserve-Drucks  $\delta_p$  ergibt den einzustellenden Vordruck  $p_{soll}$ , mit dem der Kraftstoff an der Hochdruckpumpe 3 anliegen soll, damit ein Verdampfen von Kraftstoff in der Hochdruckpumpe 40 3 sicher verhindert wird. Der einzustellende Vordruck  $p_{soll}$  wird durch entsprechende Ansteuerung bzw. Regelung der Niederdruckpumpe 2 erzeugt. Dazu wird in einem Funktionsblock 10 des Steuergeräts 5 eine dem einzustellenden Vordruck  $p_{soll}$  entsprechende Steuergröße  $s$  ermittelt, die 45 dann der Niederdruckpumpe 2 zugeführt wird.

Die Eingangsgrößen des Steuergeräts 5 sind die Zustandsgrößen 6 der Brennkraftmaschine 1. Als Ausgangsgröße liegt die Steuergröße  $s$  an dem Ausgang des Steuergeräts 5 an.

Das erfundungsgemäße Verfahren zur Variation des Vordrucks  $p_{soll}$  der Hochdruckpumpe 3 hat insbesondere den Vorteil, dass bei einem hohen Kraftstoffdurchsatz  $r_{akt}$  der Brennkraftmaschine 1 der Vordruck  $p_{soll}$  abgesenkt werden kann, was zu einer Entlastung der Niederdruckpumpe 2 55 führt. Des Weiteren weist die Niederdruckpumpe 2 bei abgesenktem Vordruck  $p_{soll}$  eine geringere Leistungsaufnahme auf.

Alternativ zu dem beschriebenen Ausführungsbeispiel kann der Vordruck  $p_{soll}$  auch anhand eines physikalischen Modells der Hochdruckpumpe 3 in Abhängigkeit bestimmter Zustandsgrößen 6 der Brennkraftmaschine 1 abgeschätzt werden.

#### Patentansprüche

pumpe (3) anliegenden Vordrucks ( $p_{soll}$ ), wobei die Niederdruckpumpe (2) und die Hochdruckpumpe (3) Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine (1) fördern, dadurch gekennzeichnet, dass

- die aktuelle Temperatur ( $T_{Krst}$ ) des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe (3) ermittelt wird;
- in Abhängigkeit der Kraftstofftemperatur ( $T_{Krst}$ ) ein möglichst kleiner Vordruck ( $p_{soll}$ ) ermittelt wird, bei dem ein Verdampfen des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe (3) sicher vermieden wird; und
- die Niederdruckpumpe (2) derart angesteuert bzw. geregelt wird, dass sie den ermittelten Vordruck ( $p_{soll}$ ) erzeugt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstofftemperatur ( $T_{Krst}$ ) anhand eines physikalischen Modells der Hochdruckpumpe (3) in Abhängigkeit von der Temperatur ( $T_{HDP}$ ) der Hochdruckpumpe (3) und bestimmter Zustandsgrößen (6) der Brennkraftmaschine (1) abgeschätzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der aktuelle Durchsatz ( $r_{akt}$ ) an Kraftstoff in der Brennkraftmaschine (1) ermittelt und die Kraftstofftemperatur ( $T_{Krst}$ ) in der Hochdruckpumpe (3) unter Berücksichtigung des Kraftstoffdurchsatzes ( $r_{akt}$ ) ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur ( $T_{HDP}$ ) der Hochdruckpumpe (3) anhand eines physikalischen Modells der Hochdruckpumpe (3) in Abhängigkeit bestimmter Zustandsgrößen (6) der Brennkraftmaschine (1) abgeschätzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Vordruck ( $p_{soll}$ ) anhand einer Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie ( $p(T)$ ) ermittelt wird, der ein der Kraftstofftemperatur ( $T_{Krst}$ ) zugehöriger Wert des Vordrucks ( $p_{dd}$ ) entnommen wird, zu dem ein Sicherheitsreserve-Druck ( $\delta_p$ ) addiert wird ( $p_{soll} = p_{dd} + \delta_p$ ).

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Vordruck ( $p_{soll}$ ) anhand eines physikalischen Modells der Hochdruckpumpe (3) in Abhängigkeit bestimmter Zustandsgrößen (6) der Brennkraftmaschine (1) abgeschätzt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Zustandsgrößen (6) die Temperatur der Brennkraftmaschine (1), der Ansaugluft und/oder der Umgebung, das Integral des Kraftstoffdurchsatzes ( $r_{akt}$ ) und/oder des Luftdurchsatzes, die Förderleistung, die Verlustleistung und/oder der Wirkungsgrad der Hochdruckpumpe (3), die Drehzahl der Hochdruckpumpe (3) bzw. der Brennkraftmaschine (1), das Kraftstoff-/Luftverhältnis ( $\lambda$ ) und/oder die Ansteuerung eines Mengen- bzw. Drucksteuerventils herangezogen werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zustandsgrößen (6) der Brennkraftmaschine (1) in Abhängigkeit von der Art der Brennkraftmaschine (1) und von dem Betriebspunkt gewichtet werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie ( $p(T)$ ) für einen worst-case-Fall ermittelt und abgespeichert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Art des getankten Kraftstoffs erkannt wird und die gespeicherte Kraftstoffdampfdruck-Kennlinie ( $p(T)$ ) an die Art des getankten Kraftstoffs adaptiert

1. Verfahren zur Variation eines von einer Niederdruckpumpe (2) erzeugten und an einer Hochdruck-

wird.

11. Vorrichtung zur Variation eines von einer Niederdruckpumpe (2) erzeugten und an einer Hochdruckpumpe (3) anliegenden Vordrucks ( $p_{soll}$ ), wobei die Niederdruckpumpe (2) und die Hochdruckpumpe (3) 5 Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine (1) fördern, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (3) Kraftstoff für eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine (1) fördert.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Niederdruckpumpe (2) als 15 eine elektrische Kraftstoffpumpe (EKP) ausgebildet ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

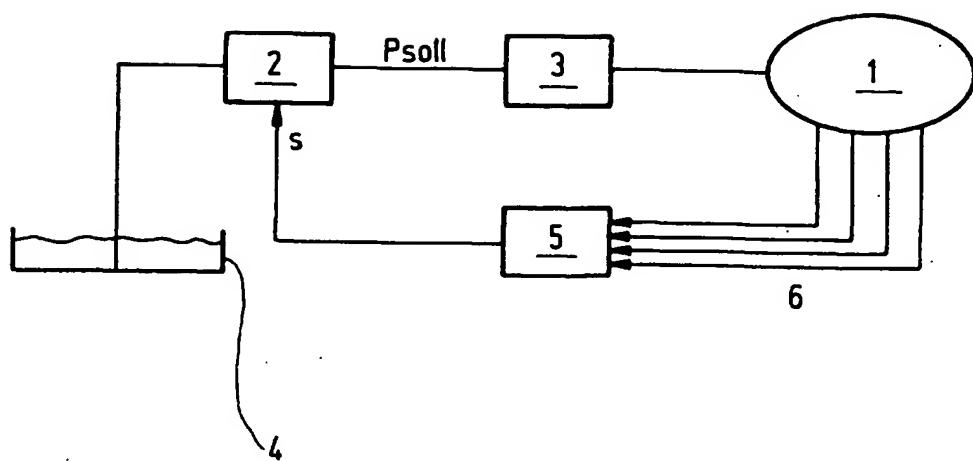


Fig.1

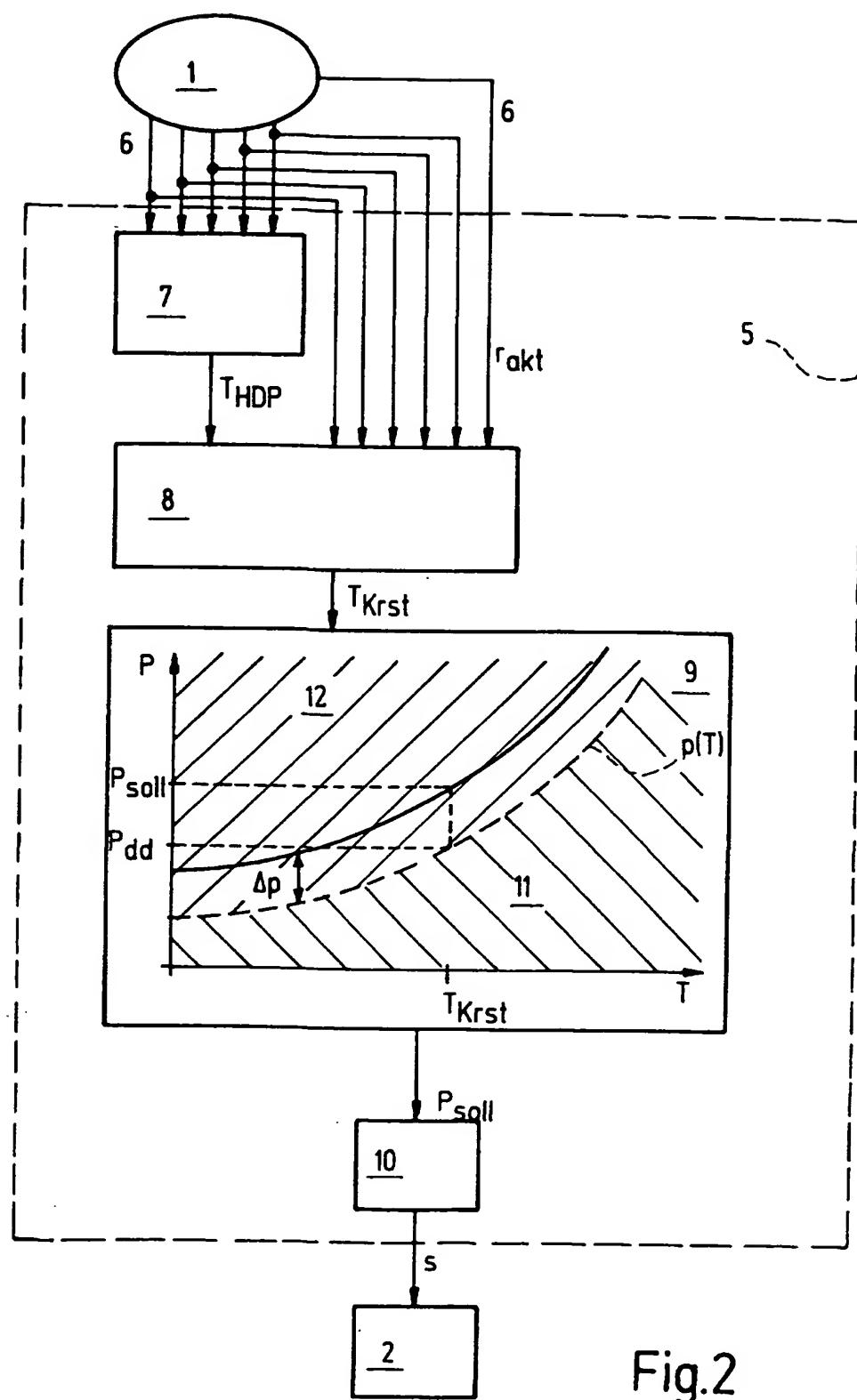


Fig.2